MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Technische Broschüre

Elektrisch betätigte Expansionsventile für CO_2

Typ AKVH 10



www.danfoss.de/kaelte

Inhalt

Seite

Einführung 3
Konstruktion 3
Zulassungen 3
Technische Daten. 4
Nennleistung.und.Bestellung 4
Ersatzteile 5
Bestellung, Spulen für AKVH-Ventile. 6
Leistung, R744. 7
Dimensionierung 8
Konstruktion 11
Funktion 12
Maße und Gewicht 12

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011

Einführung



AKVH sind elektrisch betriebene Expansionsventile für Kälteanlagen, die in Verbindung mit dem Kältemittel R744 eingesetzt werden. Normalerweise werden die AKVH-Ventile durch Regler des Danfoss ADAP-KOOL®- Programms angesteuert.

Die AKVH-Ventile werden wie folgt geliefert:

- Ventil
- Spule mit Anschlussdose oder Kabel
- Ersatzteile in Form von Oberteil, Düse und Filter

Die individuellen Leistungen werden durch eine in der Typenbezeichnung enthaltene Zahl angegeben. Die Zahl entspricht der Düsengröße des betreffenden Ventils. Ein Ventil mit Düse 3 wird beispielsweise mit AKVH 10-3 gekennzeichnet. Der Düseneinsatz ist austauschbar.

Die AKVH 10-Ventile decken einen Leistungsbereich von 0.4 bis 11 kW in Kälteanlagen und 0.8 bis 22 kW in Tiefkühlanwendungen ab.

Konstruktion

- Für das Kältemittel R744
- Das Ventil bedarf keiner Einstellung
- Breiter Regelbereich
- Austauschbarer Düseneinsatz
- Sowohl Expansionsventil als auch Magnetventil
- Breites Sortiment an Spulen für DC und AC

Zulassungen

PED (97/23/EC A3.P3)

CE Niederspannungsrichtlinie 73/23/EG mit Änderungen EN 60730-2-8

Technische Daten

Ventiltyp	AKVH 10
Toleranz der Spulenspannung	+10 / –15%
Gehäuse gemäß IEC 529	Max. IP 67
Arbeitsprinzip (Pulsbreitenmodulation)	PWM
Empfohlene Periodendauer	6 Sekunden
Leistung (R744)	R[1] 0.4 bis 11 kW F[2] 0.8 bis 22 kW
Regelbereich (Kapazitätsbereich)	10 bis 100 %
Anschluss	Löt
Verdampfungstemperatur	- 60 bis 60 °C
Umgebungstemperatur	- 50 bis 50 °C
Undichtigkeit des Ventilsitzes	<0.02 % des k_v-Werts
MOPD	35 bar
Filter, austauschbar	Intern 100 µm
Max. Betriebsdruck	AKVH10 – 0 bis 6 PS = 90 bar (P_0) [3]

1) Kühlung
2) Tiefkühlung
3) 90 bar (P_0) unter Ruhebedingungen; unter normalen Betriebsbedingungen muss am Einlass des Ventils jedoch Flüssigkeit vorhanden sein.

Nennleistung und Bestellung

R744 **AKVH 10**

Ventiltyp	Nennleistung kW		k_v Wert	Anschlüsse Löt-ODF			
				Industriepaket – je 32 Ventile		**Einzelpaket je 1 Ventil**	
	Kühlung	Tiefkühlung	m^3/h	**3/8 × 1/2 inch**	**10 × 12 mm**	**3/8 × 1/2 inch**	**10 × 12 mm**
AKVH 10-0	0.4	0.8	0.003	**068F4068**	**068F4058**	**068F4078**	**068F4088**
AKVH 10-1	1.1	2.2	0.010	**068F4069**	**068F4059**	**068F4079**	**068F4089**
AKVH 10-2	1.7	3.5	0.017	**068F4070**	**068F4060**	**068F4080**	**068F4090**
AKVH 10-3	2.6	5.4	0.025	**068F4071**	**068F4061**	**068F4081**	**068F4091**
AKVH 10-4	4.3	8.7	0.046	**068F4072**	**068F4062**	**068F4082**	**068F4092**
AKVH 10-5	6.7	13.6	0.064	**068F4073**	**068F4063**	**068F4083**	**068F4093**
AKVH 10-6	10.7	21.7	0.114	**068F4074**	**068F4064**	**068F4084**	**068F4094**

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011

Ersatzteile
AKVH 10

Düse

Düsennr.	Best.-Nr.	Inhalt
0	**068F0722**	1 x Düse 1 x Dichtung
1	**068F0723**	
2	**068F0724**	
3	**068F0725**	
4	**068F0726**	
5	**068F0727**	
6	**068F0728**	



Filter: **Best.-Nr. 068F0564**
Inhalt: 10 x Filter
10 x Dichtung



Oberteil: **Best.-Nr. 068F0565**
Inhalt: 1 Stck. Anker
1 x Ankerrohr
1 x Dichtung

Dichtung für Oberteil: **Best.-Nr..068F0549**
Inhalt: 25 Stck. Dichtungen

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02-2011

Bestellung

Spulen für AKVH-Ventile

		18 bar		35 bar[3]	
		AKVH	AKVH	AKVH	AKVH
		10-1 10-2 10-3 10-4 10-5	10-6	10-0 10-1 10-2 10-3 10-4 10-5	10-6
DC-Spulen	**Best.-Nr.**				
220 V DC, 20 W, Standard mit Anschlussdose	**018F6851**	+	+	+	+
100 V DC, 18 W, Spezial mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6780**	+	+	+	-
230 V DC, 18 W, Spezial mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6781**[1] **018F6991**[1]	+	+	+	-
230 V DC, 18 W, Spezial mit 2,5-m-Kabel mit 4,0-m-Kabel mit 8,0-m-Kabel	**018F6288**[1] **018F6278**[1] **018F6279**[1]	+	+	+	-
1) Empfohlen für gewerbliche Kälteanlagen					
Wechselstromspulen	**Best.-Nr.**				
240 V AC, 10 W, 50 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6702** **018F6177**	+	+	–	-
240 V AC, 10 W, 60 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6713** **018F6188**	+	+	–	-
240 V AC, 12 W, 50 Hz mit Anschlussdose	**018F6802**	+	+	+	-
230 V AC 10 W, 50 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6701** **018F6176**	+	+	–	-
230 V AC, 10 W, 60 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6714** **018F6189**	+	+	-	-
230 V AC, 10 W, 50/60 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6732** **018F6193**	+	+	-	-
230 V AC, 12 W, 50 Hz mit Anschlussdose	**018F6801**	+	+	+	-
115 V AC, 10 W, 50 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6711** **018F6186**	+	+	–	-
115 V AC, 10 W, 60 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6710** **018F6185**	+	+	–	-
110 V AC, 12 W, 50 Hz mit Anschlussdose	**018F6811**	+	+	+	-
110 V AC, 12 W, 60 Hz mit Anschlussdose	**018F6813**	+	+	–	-
24 V AC 10 W, 50 Hz mit Anschlussdose mit DIN-Steckern	**018F6707** **018F6182**	+	–	–	-
24 V AC, 12 W, 50 Hz mit Anschlussdose	**018F6807**	+	–	–	-
24 V AC, 12 W, 60 Hz mit Anschlussdose	**018F6815**	+	–	–	-
24 V AC, 20 W, 50 Hz mit Anschlussdose	**018F6901**[2]	+	+	+	+
24 V AC 20 W, 60 Hz mit Anschlussdose	**018F6902**[2]	+	+	+	+

2) 20-W-Spulen können nicht an AKC 24P2 und AKC 24W2 angeschlossen werden

3) Bei beständigem Betrieb bei maximalem Betriebsdifferenzdruck verringert sich das Wartungsintervall.

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011

Leistung

R744

Ventiltyp	Leistung in kW bei Druckabfall über das Ventil Δp bar [1]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
AKVH 10 - 0	0.33	0.44	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.76	0.78
AKVH 10 - 1	0.9	1.2	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1
AKVH 10 - 2	1.4	2.0	2.3	2.6	2.8	3.1	3.2	3.3	3.4
AKVH 10 - 3	2.2	3.1	3.7	4.1	4.4	4.8	5.0	5.2	5.4
AKVH 10 - 4	3.6	4.9	5.8	6.5	7.1	7.7	8.0	8.3	8.5
AKVH 10 - 5	5.6	7.7	9.2	10.2	11.1	12.0	12.6	13.0	13.5
AKVH 10 - 6	9.0	12.3	14.6	16.3	17.6	19.1	20.0	20.8	21.5

Ventiltyp	Leistung in kW bei Druckabfall über das Ventil Δp bar								
	20	22	24	26	28	30	32	34	35
AKVH 10 - 0	0.80	0.81	0.82	0.84	0.85	0.85	0.86	0.87	0.87
AKVH 10 - 1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4
AKVH 10 - 2	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
AKVH 10 - 3	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0
AKVH 10 - 4	8.8	8.9	9.1	9.3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.6
AKVH 10 - 5	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	14.9	15.0	15.0	15.0
AKVH 10 - 6	22.0	22.4	22.9	23.3	23.5	23.7	23.9	23.9	24.0

[1] Nennleistungen basieren auf
Unterkühlung t_{sub} = 4K
Verdampfungstemperatur t_0 = -25°C
Überhitzung t_{sup} = 5K

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02-2011

Dimensionierung

Um ein bei unterschiedlichen Lastbedingungen korrekt funktionierendes Expansionsventil zu erhalten, ist es notwendig, die folgenden Punkte bei der Dimensionierung des Ventils zu berücksichtigen:
Dabei muss in der folgenden Reihenfolge vorgegangen werden:

1) Verdampferleistung
2) Druckabfall über dem Ventil
3) Korrektur für Unterkühlung
4) Korrektur für Verdampfungstemperatur
5) Bestimmung der Ventilgröße
6) Korrekte Dimensionierung der Flüssigkeitsleitung

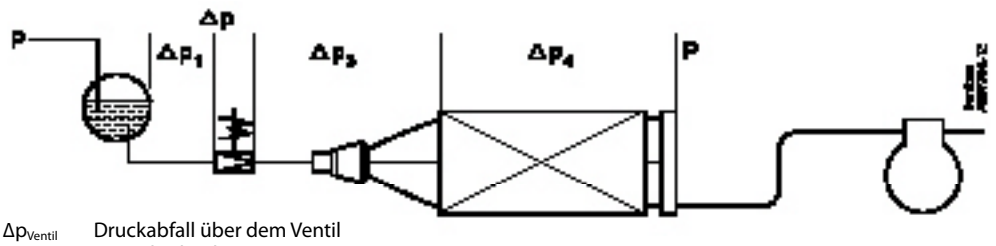
1) Verdampferleistung

Informationen zur Verdampferleistung können den Spezifikationen des Verdampferherstellers entnommen werden.

2) Druckabfall über dem Ventil

Der Druckabfall über dem Ventil beeinflusst in direkter Weise die Leistung und muss daher berücksichtigt werden.

Der Druckabfall über dem Ventil wird in der Regel wie folgt berechnet: Sammlerdruck minus Verdampfungsdruck und aller weiteren Druckabfälle in Flüssigkeitsleitung, Verteiler, Verdampfer usw. Er wird in der folgenden Formel angegeben:
$\Delta p_{Ventil} = p_c - (p_0 + \Delta p_1 + \Delta p_3 + \Delta p_4)$



Δp_{Ventil}	Druckabfall über dem Ventil
p_c	Sammlerdruck
p_0	Verdampfungsdruck
Δp_1	Druckabfall über der Flüssigkeitsleitung
Δp_3	Druckabfall über dem Verteilersystem
Δp_4	Druckabfall über dem Verdampfer

Hinweis: Der Druckabfall über der Flüssigkeitsleitung und dem Verteilersystem muss anhand der Maximalleistung des Ventils berechnet werden, da dieses mit einer Pulsweitenmodulation arbeitet.

Beispielberechnung des Druckabfalls über dem Ventil:
Kältemittel: R744
p_c = Sammlerdruck: 40 bar (p_0, bei 6°C)
Verdampfungstemperatur:
-5°C (p_0 = 29,4 bar)
Δp_1 = 0.2 bar
Δp_3 = 0.8 bar
Δp_4 = 0.1 bar

Hieraus ergibt sich die folgende Gleichung:
$\Delta p_{Ventil} = p_c - (p_0 + \Delta p_1 + \Delta p_3 + \Delta p_4)$
$= 40 - (29.4 + 0.2 + 0.8 + 0.1)$
$= 9.5$ bar

Der für „Druckabfall über dem Ventil" ermittelte Wert wird später im Abschnitt „Bestimmung der Ventilgröße" benötigt.

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011

Dimensionierung
(Fortsetzung)

3) Korrektur für Unterkühlung
Die verwendete Verdampferleistung muss korrigiert werden, wenn die Unterkühlung von 4 K abweicht.
Verwenden Sie den in der Tabelle angegebenen Ist-Korrekturfaktor.

Multiplizieren Sie zur Ermittlung der korrigierten Leistung die Verdampferleistung mit dem Korrekturfaktor.

Korrekturfaktoren für Unterkühlung Δt_{sub}

Korrekturfaktor	4 K	10 K	15 K	20 K	25 K	30 K	35 K	40 K	45 K	50 K
R744	1.00	0.91	0.86	0.81	0.77	0.73	0.69	0.66	0.63	0.60

Korrigierte Leistung = Verdampferleistung x Korrekturfaktor.

Die korrigierte Leistung wird im Abschnitt „Bestimmung der Ventilgröße" benötigt.

Korrekturfaktor gemäß Tabelle = 0.91
Korrigierte Leistung: 1500 x 0.94 = 1410 kW

Korrekturbeispiel:
Kältemittel: R744
Verdampferleistung Q_e: 5 kW
Unterkühlung: 10 K

Hinweis: Eine zu geringe Unterkühlung kann zu Blitzgas führen.

---

4) Korrektur für wechselnde Betriebsbedingungen und Verdampfungstemperatur (t_0)
Zur Auswahl eines Ventils in korrekter Größe muss die jeweilige Anwendung berücksichtigt werden.
Je nach Anwendung sollte das Ventil über eine Überkapazität verfügen, die ein Durchfließen der zusätzlichen Kältemittelmenge in bestimmten Phasen, z. B. während des Abtauens, ermöglicht.

Der Öffnungsgrad des Ventils sollte bei der Regelung daher zwischen 50 und 75 % betragen. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Regelbereich des Ventils ausreichend weit ist, damit Lastenänderungen am normalen Arbeitspunkt möglich sind.
Die Leistungsänderung als Konsequenz von Abweichungen der Kältemitteldichte ist in diesem Korrekturfaktor bereits berücksichtigt.

Korrekturfaktor für wechselnde Betriebsbedingungen und Verdampfungstemperatur (t_0)

Verdampfungstemperatur t_0°C	10 bis -50
AKVH 10	1.6

---

5) Bestimmung der Ventilgröße
Bei der Auswahl einer Ventilgröße, die sich für die erforderliche Leistung eignet, muss berücksichtigt werden, dass es sich bei den Leistungsangaben um die Nennleistung des Ventils handelt, d. h. bei einer Öffnung von 100 %.
In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie die Ventilgröße bestimmt wird.
Bei der Auswahl des Ventils sind drei Einflussfaktoren gegeben:
- der Druckabfall über dem Ventil
- die korrigierte Verdampferleistung (Korrektur für Unterkühlung)
- die korrigierte Leistung bei der Verdampfungstemperatur

Diese drei Faktoren wurden bereits zuvor im Abschnitt zur Dimensionierung beschrieben. Sobald die drei Faktoren ermittelt wurden, kann das Ventil ausgewählt werden:
- Zunächst multiplizieren Sie die korrigierte Leistung mit dem entsprechenden Wert aus der Tabelle.
- Verwenden Sie den neuen Wert in der Leistungstabelle in Kombination mit dem Druckabfallwert.
- Wählen Sie nun die Ventilgröße aus.

Beispiel für die Auswahl des Ventils
Verwenden Sie zwei zuvor genannte Beispiele als Startpunkt, sobald die folgenden beiden Werte ermittelt wurden:
Δp_{Ventil} = 9.5 bar
$Q_{e\ korrigiert}$ = 4.55 kW
Das Ventil sollte in einem Kühlraum eingesetzt werden.
Der „Korrekturfaktor für die Verdampfungstemperatur" beträgt 1.6.

In diesem Fall beträgt die dimensionierte Leistung:
1.6 × 4.55 kW = 7.28 kW.

Wählen Sie nun eine Ventilgröße aus einer der Leistungstabellen aus.
Wählen Sie anhand der gegebenen Werte Δp_{Ventil} = 9.5 bar und der Leistung von 7.28 kW die Ventilgröße für AKVH 10-5 aus.
Die AKV 10-Ventile decken den Leistungsbereich von 10.2 kW ab.

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02-2011

Dimensionierung
(Fortsetzung)

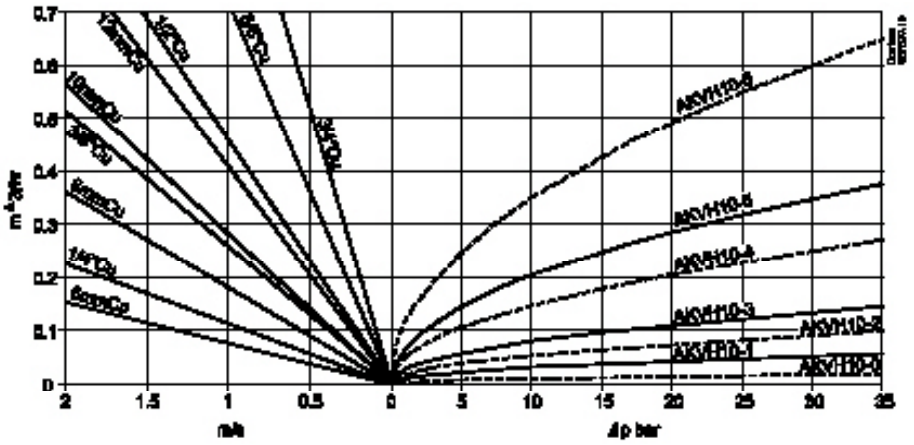
6) Korrekte Dimensionierung der Flüssigkeitsleitung
Um eine korrekte Flüssigkeitsversorgung des AKVH-Ventils zu gewährleisten, müssen die Flüssigkeitsleitungen zu den jeweiligen AKVH-Ventilen korrekt dimensioniert sein.

Die Flüssigkeitsdurchflussrate darf 1 m/s nicht überschreiten.

Diese muss anhand des Druckabfalls in der Flüssigkeitsleitung (unzureichende Unterkühlung) und Pulsationen in der Flüssigkeitsleitung überwacht werden.

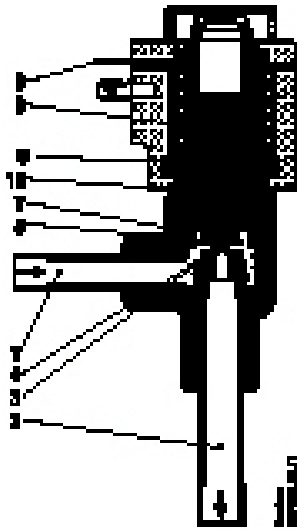
Die Dimensionierung der Flüssigkeitsleitung muss auf der Ventilleistung beim Druckabfall im Betrieb basieren (vgl. Leistungstabelle), nicht auf der Verdampferleistung.

R 744



© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011

Konstruktion

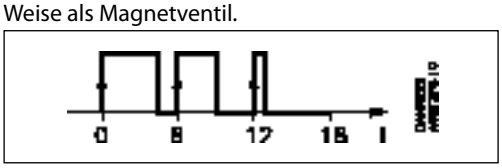


AKVH 10

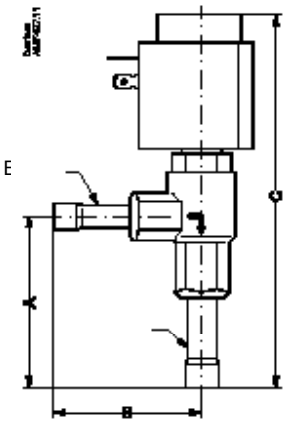
1. Eintritt
2. Austritt
3. Düse
4. Filter
5. Ventilsitz
6. Anker
7. Kupferdichtung
8. Spule
9. DIN-Stecker
12. O-Ring

Funktion

Die Ventilleistung wird per Pulsweitenmodulation geregelt. Innerhalb von 6 Sekunden wird ein Spannungssignal vom Regler an die Ventilspule übertragen und von dieser quittiert. Hierdurch wird das Ventil zum Durchfluss des Kältemittels geöffnet und geschlossen.
Das Verhältnis zwischen diesen Öffnungs- und Schließzeiten zeigt die Istleistung an. Falls ein großer Kühlungsbedarf besteht, bleibt das Ventil fast für die gesamten 6 Sekunden geöffnet. Ist der Kühlungsbedarf jedoch eher gering, bleibt das Ventil nur für einen Teil des Zeitraums geöffnet. Die Höhe des Kühlungsbedarfs wird vom Regler bestimmt.
Wenn keine Kühlung erforderlich ist, bleibt das Ventil geschlossen und funktioniert auf diese Weise als Magnetventil.



Maße und Gewicht



AKVH 10 gelötet

Ventiltyp	Anschluss Typ	n	A	S	C	Eintritt		Austritt		Gewicht ohne Spule
			mm	mm	mm	Zoll	mm	Zoll	mm	kg
AKVH 10-n	Löt	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	75	67	154	3/8	10	½	12	0.38

Die in diesem Prospekt und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Katalogen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Auskünften keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss Vertretungen geltend machen, es sei denn, diese wurden ausdrücklich zugesichert. Danfoss behält sich das Recht vor, eine nachträgliche Änderung der Produkte (auch solcher, die in Auftrag genommen wurden) vorzunehmen, sofern diese Änderungen ohne wesentliche Einbußen der vereinbarten Form, Passung und Funktion durchgeführt werden können. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.

© Danfoss A/S (AC-SMC) 02 - 2011